Aus dem Institut für Veterinär-Anatomie
der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. F. Preuss

# Die normale Zwischenwirbelscheibe des Hundes normaler und chondrodystropher Rassen

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Günter Scholtysik
Tierarzt aus Berlin
Berlin 1962
Journal Nr. 386

Aus dem Institut für Veterinär-Anatomie
der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof. Dr. F. PREUSS

# DIE NORMALE ZWISCHENWIRBELSCHEIBE DES HUNDES

## NORMALER UND CHONDRODYSTROPHER RASSEN

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Günter Scholtysik
Tierarzt aus Berlin

Berlin 1962

Journal Nr. 386

Gedruckt mit Genehmigung
der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. L. F. MÜLLER
Referent: Prof. Dr. E. KÜNZEL
Korreferent: Prof. Dr. L. F. MÜLLER

Tag der Promotion: 19. 7. 1962.

## Inhaltsübersicht


Seite

1. Einleitung . . . . . 1
2. Literatur . . . . . 2
   A. Vergleichende Betrachtung der Zwischenwirbelscheiben 2
      a. Allgemeines . . . . . 2
      b. Anulus fibrosus . . . . . 3
      c. Nucleus pulposus . . . . . 5
   B. Die Schlußplatten . . . . . 8
   C. Die Entwicklungsgeschichte der Zwischenwirbelscheiben 8
3. Eigene Untersuchungen . . . . . 10
   A. Material und Methode . . . . . 10
   B. Beschreibung der makroskopischen Befunde . . . . . 15
   C. Beschreibung der mikroskopischen Befunde . . . . . 18
   D. Die Zwischenwirbelscheiben im Röntgenbild . . . . . 21
4. Diskussion . . . . . 28
5. Zusammenfassung . . . . . 32
6. Abbildungen . . . . . 33
7. Literaturverzeichnis . . . . . 38

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548014_0067

## 1. Einleitung

Im Hinblick auf die Erfordernisse in der Klinik sind von den Zwischenwirbelscheiben des Hundes weder genaue metrische Daten bekannt, noch sind normaler Bau und Altersveränderungen den pathologischen Erscheinungen gegenüber hinreichend abgegrenzt. In den Darstellungen früherer Untersucher finden sich mancherlei Widersprüche, die einer Klärung bedürfen. Eine diesbezügliche Arbeit von KÜNZEL erbrachte zudem auffällige Abweichungen der Dicke der Zwischenwirbelscheiben. Da diese Arbeit nur an einem kleinen Material durchgeführt wurde, war es meine Aufgabe, an einer größeren Zahl von Tieren das Normalverhalten zu untersuchen und insbesondere auch alters- und rassebedingte Abweichungen festzustellen. Hierbei sollten die Maße nun nicht mehr als Absolutmaße an Präparaten, sondern an Röntgenaufnahmen gewonnen werden, um gleichzeitig dem Kliniker entsprechende Unterlagen an die Hand zu geben. Makroskopisch anatomische und histologische Untersuchungen sollten schließlich die Widersprüche klären helfen, die in der Literatur über den Bau und die Altersveränderungen der Zwischenwirbelscheiben bestehen.

## 2. Literatur

### A. Vergleichende Betrachtung der Zwischenwirbelscheiben

#### a. Allgemeines

Die Zwischenwirbelscheiben stellen die synchondrotischen Verbindungen der Wirbelkörper dar. Obwohl sie sich klar abgrenzen lassen, finden sich in der Literatur unterschiedliche Angaben über ihre Größe, ihre Form und ihren Aufbau. Nach WENGER (1915) soll der dorsoventrale Durchmesser der Disci beim Pferde im Halsbereich größer sein als der entsprechende Durchmesser der Wirbelkörperendflächen, wodurch sich die Disci als knotige Verdickungen in der Wirbelsäule markieren. An der Brust- und Lendenwirbelsäule hingegen sollen sich leichte Einziehungen zwischen den Wirbelkörpern wegen des geringeren Dorsoventraldurchmessers der Disci ergeben. POMMER (1937) stellte beim Hunde fest, daß unter normalen Verhältnissen alle Zwischenwirbelscheiben die Wirbelkörper überragen.

Auch die Form des Querschnittes der Disci intervertebrales ist nicht einheitlich. Sie entspricht nach BAUM und ZIETZSCHMANN (1936) beim Hunde und nach TÖNDURY (1947) beim Menschen vollkommen der Querschnittsform der Wirbelkörper, nach WENGER beim Pferde der Form der sie begrenzenden Endflächen der Wirbelkörper. Nach Angaben von KÜNZEL (1960) sind die Zwischenwirbelscheiben beim Hunde auf Transversalschnitten vom 2. Hals- bis zum 9. Brustwirbel und an der Schwanzwirbelsäule mehr rund, vom 10. Brust- bis zum letzten Lendenwirbel durch ihre dorsale Konkavität bohnenförmig gestaltet.

Im Median-, Paramedian- und Bilateralschnitt sind die Zwischenwirbelscheiben bikonkav und nur in Höhe des Nucleus pulposus nach cranial und caudal leicht konvex. Nach SCHMORL (1926) verbinden beim Menschen bikonvexe Disci die Wirbelkörper. WENGER fand beim Pferd die Intervertebralspalte dorsal breiter als ventral, also Keilform der Disci. Auch beim Menschen sind die Disci keilförmig. Dadurch erhält die menschliche Wirbelsäule ihre natürlichen Krümmungen (TÖNDURY, 1947).

Über die Dicke der einzelnen Zwischenwirbelscheiben, also ihren cranio-caudalen Durchmesser, sind die Angaben in der Literatur uneinheitlich. Beim Menschen werden sie entsprechend ihrer caudalwärts zunehmenden Belastung, zunehmend immer dicker (TÖNDURY 1947). Völlig anders sind die Verhältnisse beim Hunde. Nach POMMER haben die Zwischenwirbelscheiben beim Hunde an den Schwanz- und Halswirbeln die größte und an den mittleren Brustwirbeln die geringste Stärke. Auch ELLENBERGER und BAUM (1891) beschreiben die dicksten Zwischenwirbelscheiben an den Schwanzwirbeln und die dünnsten an den "Rückenwirbeln". Nach BAUM und ZIETZSCHMANN und HANSEN (1951) schwankt die Dicke der Disci mit der relativen Beweglichkeit der Abschnitte der Wirbelsäule. Vom 2. bis 7. Halswirbel nimmt die Dicke bis zum Maximum an der ganzen Wirbelsäule zu, fällt dann stark bis zum Minimum im Brustbereich ab, um danach wieder in der Lendenregion anzusteigen. Das absolute Minimum erreichen sie am Schwanzende. Vom 7. Hals- bis zum 9. Brustwirbel fanden KING und SMITH (1955) die kürzesten Disci, dann einen Anstieg der Länge vom 10. Brustwirbel bis zur Lendenregion, wo sie etwa konstant bleiben. Sie fanden den stärksten Discus hinter dem letzten Lendenwirbel. Nach KÜNZEL gleichen sich die Durchschnittsstärken der Disci zwischen 6. und 7. Halswirbel und zwischen 7. Lendenwirbel und Kreuzbein. Der absolut stärkste Discus wurde hinter dem 6. Halswirbel gefunden. Die schwächsten Zwischenwirbelscheiben befinden sich hinter den 8. , 9. und 10. Brustwirbeln. Im Verlaufe der Wirbelsäule ist also eine Zunahme der Dicke der Zwischenwirbelscheiben bis zum 6. Halswirbel, von dort eine Abnahme bis zum 10. Brustwirbel und dann wieder ein Anstieg bis zum 7. Lendenwirbel zu konstatieren. Dabei treten häufig verhältnismäßig starke Abweichungen in Richtung einer Verdickung auf.

b. Anulus fibrosus.

Übereinstimmend beschreiben die Autoren TILLMANNS (1939), FANKHAUSER, KING und SMITH (1954 u. 1955) und HANSEN beim Hunde und TÖNDURY (1947) beim Menschen den auf Transversalschnitten auffallenden

lamellären Bau des Anulus fibrosus. Die Lamellen verlaufen konzentrisch um den Nucleus pulposus, sind ventral viel kräftiger und zahlreicher ausgebildet als dorsal und lateral, teilen sich und verschmelzen miteinander. Außen sind die Lamellen breit und deutlich gegeneinander abgesetzt, während sie in Richtung auf den Nucleus pulposus schmaler werden, verschwommene Grenzen haben und ihre zirkuläre Zeichnung mehr und mehr verlieren. Hiervon abweichend vergleicht WENGER die Lamellen beim Pferde mit dem Blütendiagramm einer vielblättrigen Rose und weist darauf hin, daß sie nicht als geschlossene Zylinder den Nucleus pulposus umgeben. KÜNZEL berichtet, daß beim Hunde die ventralen 4 bis 6 Lamellenlagen schon enden, bevor sie die Medianebene erreichen; und zwar um so eher, je weiter außen sie liegen. Die übrigen Lamellen verlaufen nur annähernd um die Längsachse der Wirbelsäule konzentrisch, wie auf Transversalschnitten zu erkennen ist. Die äußeren Lamellen verlaufen zur Achse der Wirbelsäule gerade, stellen also Zylinder dar. Die dem Nucleus pulposus näher gelegenen Lamellen dagegen gleichen sich der Form des stark ellipsoiden Körpers des Nucleus pulposus weitgehend an, wie an Längsschnitten gezeigt werden konnte. An Bilateralschnitten wird deutlich, daß die ventralen mittleren Lamellenlagen nach zentral konvex verlaufen, was sich in unmittelbarer Nähe des Nucleus pulposus wieder umkehrt. Hier verlaufen sie nach peripher konvex, passen sich so dem Nucleus pulposus an und sind somit in der Bilateralebene doppelt gekrümmt. Nach TILLMANNS sind die Lamellen beim Hunde unterhalb des Lig. longitudinale dorsale nach zentral eingezogen. Die Zahl der Lamellen wird von KING (1956) mit 25 bis 40, von HANSEN mit 10 bis 30 angegeben.

In der Feinstruktur besteht der Anulus fibrosus beim Hunde nach BAUM und ZIETZSCHMANN, TILLMANNS, HANSEN und KING und SMITH aus bindegewebigen Fasern, die von Wirbelkörper zu Wirbelkörper überspringen. Diese Fasern lagern sich zu Platten, den Lamellen, zusammen und verlaufen innerhalb einer Lamelle parallel zueinander. Zwischen den Lamellen befindet sich nach HANSEN interlamelläre Kittsubstanz, nach KÜNZEL stehen die benachbarten Lamellen untereinander in feinfaseriger Verbindung.

Von Lamelle zu Lamelle überkreuzen sich die Fasern wechselweise unter einem Winkel von 100 bis 120 Grad. In der Tiefe des Anulus fibrosus, nahe dem Nucleus, verlaufen die Fasern mehr sagittal. Hier beträgt der Kreuzungswinkel nur noch 80 bis 90 Grad (KING und SMITH 1955). Überall sollen die Fasern durch Querfibrillen verbunden sein, die an der Peripherie nur spärlich, zum Zentrum hin aber immer stärker in Erscheinung treten. Wie Sharpeysche Fasern verankern sich die Fasern des Anulus fibrosus in den Wirbelkörpern. Nach COVENTRY, GHORMLEY und KERNOHAN (1945) inserieren beim Menschen die Fasern im Bereiche des Knochens rechtwinklig, in der knorpeligen Schlußplatte (s. u. ) dagegen schräg. WENGER fand beim Pferd alle Fasern des Anulus fibrosus und des Nucleus pulposus rechtwinklig eingepflanzt. KING fand beim Hunde und SCHMORL beim Menschen nur kollagene Fasern. WENGER dagegen konnte beim Pferd in den äußeren Lamellenlagen vereinzelt geschlängelte, typisch tingierte elastische Fasern nachweisen. Nach KÜNZEL und TILLMANNS sind die Fasern beim Hunde, und nach TÖNDURY auch beim Menschen gebündelt. Die Faserbündel verlaufen spiralig und ändern ihren Drehsinn von Lamelle zu Lamelle. Nahe dem Nucleus pulposus sind die Fasern der Lamellen nicht mehr scharf in Bündeln geordnet, sondern zeigen einen lockeren, flechtwerkartigen Bau. In diesem Gebiet findet man Knorpelzellen und mehr Grundsubstanz. HANSEN unterscheidet eine fibrocartilaginöse Innen- gegenüber einer rein fibrösen Außenzone. So geht der Nucleus pulposus ohne scharfe Grenze in den Anulus fibrosus über.

Nach SCHMORL, POMMER, LINDEMANN und KUHLENDAHL (1953), COVENTRY u. Mitarb. und KING und SMITH sind die Disci gefäßfrei, nach KING und SMITH (1955) und COVENTRY u. Mitarb. auch nervenfrei. ROOFE (1940) konnte mit der Gold-Chlorig-Methode nach GARVEN im Anulus fibrosus zwischen dem 4. und 5. Lendenwirbel beim Menschen feine, markscheidenlose Nervenfasern darstellen. HANSEN fand Gefäßkanäle bei ganz jungen Hunden im Anulus fibrosus.

c. Nucleus pulposus

Der Nucleus pulposus, wegen seiner gallertartigen Konsistenz auch Gal-

lertkern genannt, ist vom Anulus fibrosus peripher umgeben. Er besteht beim Hunde aus einer klaren, weichen, gelatinösen Masse (FANKHAUSER und HANSEN), die nach BAUM und ZIETZSCHMANN auf Schnittflächen leicht bläulich schimmert. Nach SCHMORL und PIA (1955) ist der Nucleus pulposus beim Menschen stark durchfeuchtet und dadurch prall geschwollen. Deshalb quillt er, wenn er angeschnitten wird, stark hervor.

Lage und Form des Nucleus pulposus sind in den verschiedenen Abschnitten der Wirbelsäule unterschiedlich. Während beim Hunde seine Lage in der Halswirbelsäule nur wenig nach dorsal verschoben ist, liegt er in den caudalen Zwischenwirbelscheiben zunehmend weiter dorsal. Am weitesten dorsal ist er in den letzten Disci der Lendenwirbelsäule gelagert. Nur in den Disci der Schwanzwirbelsäule liegt er zentral (KÜNZEL). Nach MÜLLER (1955) liegt er exzentrisch, näher dem Wirbelkanal. Auch WENGER fand ihn beim Pferde in allen Zwischenwirbelscheiben etwas nach dorsal verschoben. Er vergleicht die Grenzen von Nucleus pulposus und Anulus fibrosus mit zwei exzentrischen Kreisen, wobei der Mittelpunkt des Nucleus pulposus nach dorsal verschoben ist. Nur an der Halswirbelsäule, wo der Nucleus den größten Anteil an der Zwischenwirbelscheibe hat, kann er zentral liegen, in seltenen Fällen sogar nach ventral verlagert sein. Nach SCHMORL liegt der Nucleus pulposus auch beim Menschen exzentrisch, an der Grenze zwischen dorsalem und mittlerem Drittel. An der Halswirbelsäule kann er aber auch zentral liegen oder nach ventral verlagert sein. Die Form des Nucleus pulposus beim Hunde ist nach BAUM und ZIETZSCHMANN im Medianschnitt rundlich bis oval. Nach KÜNZEL ist er kugelig bis bohnenförmig und besitzt nur im caudalen Brust- und Lendenbereich eine dorsale Konkavität. Durch diese Konkavität ist er nach TILLMANNS kartenherzähnlich geformt.

Das eigenartige Mischgewebe des Nucleus pulposus ist nach übereinstimmender Ansicht der Autoren der Rest der Chorda dorsalis. Das Grundgerüst dieses Gewebes ist beim Menschen wie beim Hunde ein lockeres, undeutliches Flechtwerk aus feinen Fasern, zwischen denen ungeordnet Zellanhäufungen liegen (SCHMORL, TÖNDURY (1947) und TILLMANNS). WENGER dagegen schreibt, daß beim Pferde in großen Zügen die Faserrichtung im Nucleus pulposus der des Anulus fibrosus gleicht.

Beim Hunde fand TILLMANNS säulenförmige Anhäufungen von Knorpelzellen und schleimig-körnige Detritusbezirke, die vielfach durch Ausläufer zusammenhängen, sowie spindelförmige und verästelte Zellen. KÜNZEL fand Reste des ursprünglich strangartigen Chordaretikulums, schleimige Massen und Detritusbezirke, Inseln oder Stränge lockeren, zellreichen und faserarmen Bindegewebsknorpels und degenerierte Chordazellen. HANSEN beschreibt Haufen von undifferenzierten mesodermalen Zellen, die in homogener, basophiler Zwischensubstanz liegen. BAUM und ZIETZSCHMANN fanden bläschenartige Chordazellen. WENGER beschreibt beim Pferde überwiegend große, runde Knorpelzellen, die wahllos durcheinandergestreut liegen, daneben rundliche, spindelförmige und sternförmige Zellen.

Im human-anatomischen Schrifttum wird vielfach ein Hohlraum innerhalb des Nucleus pulposus im Bereiche der Halswirbelsäule diskutiert. SCHMORL beschreibt einen unregelmäßig gestalteten, nach vorn und hinten Fortsätze aussendenden Hohlraum. KROGDAHL und TORGERSEN (1940) sehen in diesen Spaltbildungen persistierende Gelenkhöhlen und bezeichnen deshalb die cervicalen Synchondrosen als Uncovertebralgelenke. LINDEMANN und KUHLENDAHL und TÖNDURY (1943) dagegen vertreten die Ansicht, daß es sich hier nicht um "Gelenke" handelt, sondern um secundär, wahrscheinlich funktionell entstandene Spalten. Nach ihrer Darstellung zerreißen postnatal zunächst die Lamellen der seitlichen Teile der Halszwischenwirbelscheiben, wodurch im Anulus fibrosus zuerst ein Spalt entsteht. An diesen Stellen erscheinen die Lamellen wie aufgezupft, sind auseinandergedrängt, ragen in den Spalt als Fragmente hinein und zeigen, da sie wegen der Zerreißung nicht mehr unter Spannung stehen, welligen Verlauf. Solche Spalten im Anulus fibrosus fand TÖNDURY (1943) nur in der Halswirbelsäule zuerst beim 9-jährigen Kinde und nie bei einem Embryo. Beim Erwachsenen dehnen sie sich später aus und verbinden sich mit dem Nucleus pulposus. Als Endphase dieses Prozesses beschreiben LINDEMANN und KUHLENDAHL eine durchgehende, die Zwischenwirbelscheibe querteilende Spaltbildung. WENGER fand beim Pferde nur an einer cervicalen Zwischenwirbelscheibe einen unregelmäßig gestalteten Hohlraum.

B. Die Schlußplatten

Nach KING und SMITH (1955) sind beim Hunde die Endflächen der Wirbelkörper von dünnen Knorpelplatten überzogen. Diese werden von ihnen Schlußplatten genannt, weil sie den Abschluß der inneren Lagen des Anulus fibrosus und des Nucleus pulposus zum Knochen der Epiphysen der Wirbelkörper hin bilden. Sie bestehen aus einer sehr dünnen Schicht hyalinen Knorpels. Nach TILLMANNS sind die Knorpelzellen reihenweise angeordnet. Die Fasern der Zwischenwirbelscheibe strahlen verschieden weit in die Schlußplatten ein. Nach COVENTRY u. Mitarb. sind die Schlußplatten nur im Zentrum der Wirbelkörperendflächen ausgebildet und reichen nicht bis zur Kompakta. Ihre zahlreichen Knorpelzellen sind horizontal ausgerichtet, was auch von BEADLE (1931) erwähnt wurde. SCHMORL beschreibt sehr viele, makroskopisch gerade noch sichtbare Löcher in der dünnen Schlußplatte, die sich zu ihren Rändern hin mehr und mehr verlieren, und durch die nach seiner Ansicht der Diffusionsstrom zur Ernährung der gefäßlosen Zwischenwirbelscheibe fließt.

Über die Zugehörigkeit der Schlußplatten zu den Zwischenwirbelscheiben oder zu den Wirbelkörpern weichen die Ansichten vieler Autoren auseinander. Meist werden sie zu den Zwischenwirbelscheiben gezählt. Nach der Ansicht von LINDEMANN und KUHLENDAHL aber gehören sie zweifelsfrei zu den Wirbelkörpern, da von ihnen nach SCHMORL das Wachstum der Wirbelkörper ausgeht. BAUM und ZIETZSCHMANN und MÜLLER setzen die Schlußplatten beim Hunde dem Periost der Wirbelkörperendflächen gleich.

C. Die Entwicklungsgeschichte der Zwischenwirbelscheiben

Nach KÜNZEL besitzt der aus dem Mesenchym hervorgehende Anulus fibrosus embryonal sowie beim neugeborenen Welpen vorwiegend zelligen Charakter. Aber schon intrauterin treten die ersten Fasern in der Peripherie auf, die sich postnatal unter dem Einfluß der Beanspruchung sehr rasch vermehren. Nach HANSEN setzt schon frühzeitig, etwa vom dritten Lebensjahr ab, wieder eine Rückbildung des Anulus fibrosus ein, die erkenntlich ist an

der Lösung der Verbindung der Lamellen, Homogenisierung, Quellung und schließlich Zerfall der Fasern. Die Fragmentation der kollagenen Faserbündel liegt nach KING und SMITH (1955) besonders häufig in den dorsalen Teilen des Anulus fibrosus vor.

Bei chondrodystrophen Hunderassen (Dackel, Franz. Bullis, Spaniel, Pekinesen) sind diese Veränderungen sowohl in ihrem Vorkommen als auch in ihrer Ausdehnung sehr betont.

Noch eindrucksvoller sind die Strukturwandlungen am Nucleus pulposus. Beim neugeborenen Welpen findet man ein Retikulum, das durch Schleimmassen zu gröberen Strängen zusammengedrängt ist (KÜNZEL). Nach SCHAFFER (1933) bestehen die Stränge beim Menschen aus blasigen Chordazellen. Die schleimige Zwischensubstanz nimmt im Laufe des Wachstums stark zu, drängt das Retikulum weiter auseinander und grenzt schließlich Ballen von Chordazellen gegeneinander ab. Diese Zellinseln degenerieren, werden eingeschmolzen und sind als Detritusbezirke im Nucleus pulposus sichtbar. Wie am Chordaretikulum, so setzt nun auch an den schleimigen Zwischensubstanzen eine regressive Entwicklung in Form von Trübung und Austrocknung ein. Diese Entwicklung beginnt nach HANSEN bei chondrodystrophen Hunderassen im Alter von 3 bis 4 Monaten.

Die Bildung on weichem Faserknorpel schreitet von der Peripherie des Nucleus zum Zentrum fort. Dieser Vorgang wird von KING und SMITH (1955) beim Hunde und von SCHAFFER beim Menschen geschildert. Die Zellen des sich ausbreitenden Knorpelgewebes sind nach SCHAFFER durch besonders dicke Höfe und Kapseln ausgezeichnet. So kommt es durch das zeitliche Nebeneinander der verschiedensten Entwicklungs- und Umwandlungsprozesse zu dem eigenartigen Mischgewebe des Nucleus pulposus. Nach KÜNZEL können sich innerhalb dieses Gewebes noch Kalkeinlagerungen als ausgesprochene Altersveränderungen zeigen. HANSEN gibt an, daß bei chondrodystrophen Hunderassen nach Abschluß des ersten Lebensjahres selten nur noch eine Spur originalen Nucleusgewebes zu finden ist, da die knorpelige Metamorphose abgeschlossen ist. Degenerative Veränderungen treten schon im Alter von 5 Monaten im Zentrum des Nucleus pulposus auf. Bei nonchondrodystro-

phen Hunderassen setzt diese Metamorphose später ein und ist erst etwa im 7. Lebensjahr beendet. Weiterhin werden bei chondrodystrophen Rassen der knorpelig umgewandelte Nucleus pulposus sowie die inneren Lamellen des Anulus fibrosus sehr bald Sitz eigenartiger degenerativer Veränderungen werden, deren Ergebnisse Bezirke von amorphen, oft völlig azellularen Nekrosen und, im hohen Alter, Verkalkungen in schuppiger Form sind. Auch bei normalen (nonchondrodystrophen) Hunderassen treten diese Veränderungen auf, nie aber so gehäuft wie bei chondrodystrophen Rassen. Bei normalen Hunderassen fanden KING und SMITH (1955) die schleimig-weiche Konsistenz des Nucleus pulposus bis zu einem Alter von 7 Jahren im allgemeinen erhalten. Im späteren Alter waren jedoch auch bei diesen schon makroskopisch sichtbare, "gräulich-milchig-weiße, degenerativ nekrotische Herde" an mehreren Disci vorhanden. Verkalkungen wurden nur selten gefunden.

## 3. Eigene Untersuchungen

### A. Material und Methode

Es wurden insgesamt 52 Hunde untersucht, davon 17 Dackel als Vertreter der chondrodystrophen Rassengruppe (Tabelle I) und 35 Hunde nonchondrodystropher Rassen (Tabelle II). Die in der Tabelle II aufgeführten Hunde wurden nach ihrer Scheitel-Steißbeinlänge so ausgewählt, daß ihre Maße mit denen der Dackel vergleichbar sind. Das Alter der Hunde wurde nach dem in ELLENBERGER und BAUM (1943) angegebenen Schema an der Abnutzung der Incisivi annähernd bestimmt, da kein Vorbericht vorlag. Nur der Hund Nr. 2 der Tabelle I wurde lebend röntgenologisch untersucht, alle übrigen Hunde wurden tot geröntgt. Von sämtlichen Tieren wurden zuerst im frischen, unfixierten Zustand Röntgenaufnahmen mit dem Röntgengerät "PLEOPHOS 3" der Firma Siemens von den Wirbelsäulen angefertigt. Die Aufnahmedaten wurden zwischen 58 - 65 kV und 0,10 - 0,12 mAs je nach Ernährungszustand des Tieres ausgewählt. Der Fokus - Filmabstand betrug 100 cm. Um eine Störung des Bildes durch Streustrahlen zu verhindern, wurde zwischen Ob-

jekt und Fotoplatte eine Rasterblende eingeschaltet. An den Röntgenaufnahmen wurden ventral an den schmalsten Stellen die Intervertebralspalten und an den entsprechenden Stellen die Wirbelkörperlängen mit einer Schublehre gemessen. Die Maße wurden tabellarisch festgehalten, getrennt in chondrodystrophe und nonchondrodystrophe Rassen. Alle Wirbelsäulen, die nicht zur histologischen Untersuchung verwendet werden sollten, wurden grob abgefleischt sofort zur Fixation in 5%ige Formalinlösung gelegt. Mit einer Rippenschere wurden später die Dornfortsätze und die Rippen so weit als möglich entfernt und alle Zwischenwirbelscheiben mit dem Messer quer durchschnitten. So konnten die Zwischenwirbelscheiben auf Vorfälle in den Wirbelkanal hinein kontrolliert und gleichzeitig ihr anatomischer Bau untersucht werden. Zugleich wurde auf das Vorhandensein des Lig. conjugale costarum geachtet. Die Befunde wurden zeichnerisch und schriftlich fixiert. Zur histologischen Untersuchung der Zwischenwirbelscheiben wurden an den frischen Wirbelsäulen zuerst die Rippen exartikuliert. Dabei wurde ebenfalls untersucht, ob ein Lig. conjugale costarum vorhanden ist. Dann wurden die Wirbelkörper dicht an den Zwischenwirbelscheiben durchsägt. Der nun noch verbliebene Knochen wurde auf einer groben Schleifscheibe bis auf einen geringen Rest entfernt.

Zur Herstellung histologischer Schnitte wurde das von ROMEIS (1948) empfohlene Celloidin - Paraffin - Einbettungsverfahren sowie das Pyridin - Celloidin - Einbettungsverfahren nach BAUER (1941) versucht. Beide Verfahren erwiesen sich für die Einbettung von Zwischenwirbelscheiben aber als unbrauchbar. Die Paraffin-Einbettung erwies sich schon bei den Untersuchungen von KÜNZEL als völlig unbrauchbar und wurde deshalb von mir nicht angewandt. Anfänglich wurden die Präparate in einer Mischung von Formol-Alkohol 1 : 2 48 Stunden fixiert und anschließend nach den Angaben von ROMEIS in Celloidin eingebettet. Es stellte sich aber heraus, daß trotz sorgfältigen Schleifens eine dünne Knochenschicht auf den Zwischenwirbelscheiben verblieben war, die eine Entkalkung vor der Einbettung verlangte. Als Entkalkungsflüssigkeit diente das in ROMEIS § 2476 angegebene Gemisch aus

1000 ml $H_2O$
100 ml H COOH
54 ml H Cl

In diesem Gemisch wurden die vorfixierten Präparate 48 Stunden elektrolytisch entkalkt und anschließend 24 Stunden in 5 %iges $Na_2$ $SO_4$ zur Neutralisation und Verhinderung der Quellung des Bindegewebes gelegt, im Anschluß daran 24 bis 48 Stunden gewässert und dann wieder in der Alkohol-Reihe sorgfältig entwässert. Danach wurden sie noch etwa 12 Stunden in Äther-Alkohol 1 : 1 verbracht.

Bei der Celloidin-Einbettung konnten die bei ROMEIS und LANGE (1959) angegebenen Zeiten nicht eingehalten werden, da die Präparate zu schwer zu durchdringen sind. So wurden die Einbettungszeiten verlängert und zwar für

2 %ige Celloidinlösung auf 1 Monat, für
4 %ige Celloidinlösung auf 2 Monate, für
8 %ige Celloidinlösung auf 6 Monate.

Um zu einem 16 %igen, schnittfertigen Celloidinblock zu gelangen, war es erforderlich, die Eindickung vom 8 %igen zum 16 %igen Celloidin mindestens über einen Monat auszudehnen, da sie sonst nicht gleichmäßig erfolgte. Die gleichmäßige Eindickung ist durch häufiges Verschließen der Eindickungsgefäße zu erreichen. Die Blöcke wurden zur Nachhärtung in einem Gemisch von einem Teil Glycerin und zwei Teilen 70 %igem Alkohol aufbewahrt.
Um die fibrillären Elemente der Zwischenwirbelscheiben besser beurteilen zu können, wurden frisch gewonnene Präparate entkalkt, auf dem Gefriermikrotom geschnitten und mit dem Polarisationsmikroskop untersucht.

Tabelle I

Chondrodystrophe Rassengruppe

| Lfd. Nr. | Rasse | Alter in Jahren | Geschlecht | Scheitel-Steißbeinlänge in cm |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Langhaar-Dackel | 1 | m | 42 |
| 2 | Kurzhaar-Dackel | 1 | w | 42 |
| 3 | Kurzhaar-Dackel | 1 1/2 | w | 46 |
| 4 | Langhaar-Dackel | 2 | w | 51 |
| 5 | Langhaar-Dackel | 2 1/2 | w | 49 |
| 6 | Langhaar-Dackel | 4 | w | 52 |
| 7 | Langhaar-Dackel | 4 1/2 | w | 50 |
| 8 | Kurzhaar-Dackel | 5 | w | 43 |
| 9 | Langhaar-Dackel | 6 | w | 48 |
| 10 | Langhaar-Dackel | 6 | w | 49 |
| 11 | Kurzhaar-Dackel | 8 | w | 50 |
| 12 | Langhaar-Dackel | 8 | m | 54 |
| 13 | Langhaar-Dackel | 8 | w | 47 |
| 14 | Langhaar-Dackel | 10 | w | 53 |
| 15 | Kurzhaar-Dackel | 10 | m | 50 |
| 16 | Langhaar-Dackel | 10 | w | 51 |
| 17 | Kurzhaar-Dackel | 12 | m | 60 |

Tabelle II

Nonchondrodystrophe Rassengruppe

| Lfd. Nr. | Rasse | Alter in Jahren | Geschlecht | Scheitel-Steißbeinlänge in cm |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Fox-Terrier | 3/4 | w | 51 |
| 2 | Fox-Terrier | 1 | w | 53 |
| 3 | Fox-Terrier | 1 1/2 | w | 53 |
| 4 | Schnauzer | 1 1/2 | w | 54 |
| 5 | Fox-Terrier | 2 | m | 52 |
| 6 | Terrier-Bastard | 2 | w | 54 |
| 7 | Spitz | 2 1/2 | w | 55 |
| 8 | Fox-Terrier | 3 | w | 51 |
| 9 | Scotch-Terrier | 3 | m | 64 |
| 10 | Welsh-Terrier | 3 | w | 52 |
| 11 | Fox-Terrier | 3 | w | 53 |
| 12 | Spitz | 4 | w | 50 |
| 13 | Spitz | 4 | w | 50 |
| 14 | Bedlington-Terrier | 4 | w | 61 |
| 15 | Schnauzer | 5 | w | 52 |
| 16 | Schnauzer | 5 | m | 54 |
| 17 | Fox-Terrier | 5 1/2 | w | 50 |
| 18 | Pudel | 6 | m | 54 |
| 19 | Fox-Terrier | 6 | m | 53 |
| 20 | Welsh-Terrier | 6 | m | 50 |
| 21 | Terrier-Bastard | 7 | w | 55 |
| 22 | Fox-Terrier | 8 | w | 48 |
| 23 | Welsh-Terrier | 8 | m | 54 |
| 24 | Terrier-Bastard | 8 | m | 62 |
| 25 | Spitz | 8 | w | 57 |
| 26 | Terrier-Bastard | 8 | w | 52 |
| 27 | Terrier-Bastard | 9 | m | 57 |
| 28 | Spitz | 10 | w | 55 |
| 29 | Schäferhund-Bastard | 10 | m | 64 |
| 30 | Spitz-Bastard | 10 | m | 59 |
| 31 | Spitz-Bastard | 10 | m | 50 |
| 32 | Welsh-Terrier | 10 | m | 54 |
| 33 | Scotch-Terrier | 12 | m | 51 |
| 34 | Fox-Terrier | 12 | w | 52 |
| 35 | Spitz | 12 | w | 40 |

B. Beschreibung der makroskopischen Befunde

Beim Hunde sind in der Regel 26 Zwischenwirbelscheiben ausgebildet. In der Cervicalregion 6 (C 2 - 7), in der Thorakalregion 13 (Th 1 - 13) und in der Lumbalregion 7 (L 1 - 7). Von 52 von mir untersuchten Hunden besaßen zwei 8 und einer 6 Lendenwirbel (Abb. 1 u. 2). Im Folgenden beziehen sich die Bezeichnungen der einzelnen Disci intervertebrales immer auf ihre vorzähligen Wirbelkörper. Zum Beispiel ist C 2 die Zwischenwirbelscheibe hinter dem Epistropheus, also hinter dem zweiten Halswirbel.

In den verschiedenen Regionen der Wirbelsäule ist die Umgebung der Zwischenwirbelscheiben unterschiedlich. An der Halswirbelsäule und bis zum 6. Brustwirbel liegt den Zwischenwirbelscheiben der M. longus colli an. Vom sechsten bis zum elften Brustwirbel sind die Zwischenwirbelscheiben und die Aorta durch lockeres Bindegewebe und Fett verbunden. Im caudalen Brust- und Lendenbereich liegt ihnen der M. quadratus lumborum, der M. psoas major und der M. psoas minor an. Über die letzte Zwischenwirbelscheibe der Lendenwirbelsäule zieht der M. sacrococcygicus ventralis lateralis hinweg. Die Muskeln inserieren nicht an den Zwischenwirbelscheiben, sondern legen sich ihnen nur eng an.

Die Zwischenwirbelscheiben haben den gleichen Durchmesser wie die Endflächen der Wirbelkörper, schließen also mit diesen ab.

Bei der Betrachtung von Transversalschnitten fällt die unterschiedliche Form der Zwischenwirbelscheiben auf. Die 6 Disci der Halswirbelsäule und die ersten 5 der Brustwirbelsäule sind annähernd rund. Von C 6 bis Th 9 sind sie elliptisch geformt und von Th 10 bis zur letzten lumbalen Zwischenwirbelscheibe besitzen sie eine deutliche dorsale Einziehung, durch die sie bohnenförmig aussehen. Vom zehnten Brustwirbel bis zum letzten Lendenwirbel erscheint diese dorsale Konkavität auch auf den Endflächen der Wirbelkörper, so daß die Querschnitte der Zwischenwirbelscheiben genau den Endflächen der Wirbelkörper, an denen sie haften, gleichen. Diese dorsale Einziehung tritt erstmalig an jener Zwischenwirbelscheibe augenfällig in Erscheinung, die nicht mehr vom Lig. conjugale costarum überspannt ist. Auch die caudal folgenden Disci der Brust- und Lendenwirbelsäule besitzen eine ausgeprägte dorsale Konkavität.

Das Vorkommen des Lig. conjugale costarum ist variabel. Die Tabelle III gibt Aufschluß über die von mir gefundenen Verhältnisse.

Tabelle III

| Anzahl der Fälle | Bezeichnung der Rippenpaare, die mit dem Lig. conjugale costarum ausgestattet waren |
|---|---|
| 20 | 2. bis 10. |
| 7 | 2. bis 9. |
| 1 | 1. bis 9. |
| 1 | 2. bis 8. |
| 1 | 3. bis 10. |
| 1 | 4. bis 9. |

Es fehlte das Band also stets am 11., 12. und 13. Rippenpaar.

An Längsschnitten durch die Wirbelsäule erkennt man, daß die Zwischenwirbelscheiben eine bikonkave Grundform besitzen, mit zentraler Bikonvexität durch den Nucleus pulposus. Diese cranialen und caudalen Vorwölbungen markieren sich als flache Dellen in den Wirbelkörperendflächen. Der lamelläre Aufbau des Anulus fibrosus tritt auf Transversalschnitten sehr gut in Erscheinung. Durch die sich abwechselnde Faserrichtung innerhalb der Lamellen wird das auffallende Licht unterschiedlich reflektiert. Dadurch verlaufen abwechselnd helle und dunkle konzentrische Streifen um den Nucleus pulposus, wobei jeder Streifen als Lamelle anzusprechen ist. Makroskopisch sind Lamellen aber nur im ventralen und lateralen Bereich eindeutig zu erkennen. Sie sind außen breit und werden nach innen, zum Nucleus pulposus hin, immer feiner. Die Lamellen des Anulus fibrosus teilen sich und bilden dadurch Querverbindungen, die in der Nachbarlamelle aufgehen. Ihre Zahl ist unterschiedlich. Ventral zählte ich 22 bis 30 Lamellen. Dorsolateral und dorsal sind ihre Grenzen zumeist unscharf oder sie sind wegen ihrer Feinheit makroskopisch nicht zu zählen. Die lamelläre Struktur des Anulus fibrosus, die sich auf Transversalschnitten zeigt, ist auch

auf den Wirbelkörperendflächen am mazerierten Knochen sehr gut zu erkennen. In der Hals- und Lendenregion bilden den Anulus fibrosus peripher eine oder zwei besonders derbe Lamellen. Sie beginnen in der Lendenregion ventral zu beiden Seiten des Lig. longitudinale ventrale. In der Halsregion vereinigen sich zumeist die ventralen 3 - 5 Lamellen zu einer oder zwei dicken Lamellen. Dorsal reichen sie bis an das hier fast in der Breite der Zwischenwirbelscheiben ausgebildete Lig. longitudinale dorsale heran. Diese Lamellen sind mindestens fünf Mal so stark wie die Lamellen im Innern des Anulus fibrosus.

Auffallend anders ist der Bau des Anulus fibrosus in der Brustregion. Die ersten fünf bis sieben peripheren ventralen Lamellen vereinigen sich hier zu einer breiten Lamelle, die dann am ventralen Gelenkrand des Rippenköpfchens inseriert. Oft bleiben aber auch die Lamellen bis zu ihrem Ansatz am Rippenköpfchen getrennt. Diese Lamellen und die kurzen Bänder, die vom Rippenköpfchen zu den Wirbelkörpern ziehen, bezeichnen BAUM und ZIETZSCHMANN als Lig. capituli costae radiatum.

Bei 8 Hunden zwischen acht und zwölf Jahren und bei einem einjährigen Hund waren die Lamellen an mehreren Zwischenwirbelscheiben glasig aufgequollen, zerrissen und zeigten unregelmäßigen Verlauf. Stellenweise waren ihre Konturen gänzlich verschwommen. Diese Veränderungen waren in allen Regionen der Wirbelsäule zu finden.

Form und Lage des Nucleus pulposus sind in all ihren Einzelheiten und Variationen in der Literatur ausführlich beschrieben worden (S. 6). Bei meinen Untersuchungen fand ich die bereits beschriebenen Befunde immer wieder bestätigt. Die Farbe und die Konsistenz des Nucleus pulposus sind vom Alter des Tieres abhängig. Bei jungen Tieren (Dackel bis zu 1 1/2 Jahren und normale Rassen bis zu 3 Jahren) ist der Nucleus durchscheinend, leicht getrübt und gallertig. Vereinzelt sind stecknadelkopfgroße weißliche, feste Herde zu finden. Durchschneidet man solche Zwischenwirbelscheiben frisch, so quillt der Nucleus vor. Er ist nicht als einheitliche Masse seinem Hohlraum zu entnehmen, da er zerfließt. Bei Dackeln von 2 Jahren ab und bei normalen Rassen von 4 Jahren ab quillt der Nucleus beim Durchtrennen der

Zwischenwirbelscheiben nicht mehr vor. Er hat überwiegend feste, käsige Konsistenz und ist grau-weißlich gefärbt. Als meist einheitliches Stück läßt er sich dem Querschnitt entnehmen. Bei Dackeln über 2 1/2 Jahre und normalen Rassen über 6 Jahre sind häufig mehrere Disci zu finden, deren Nucleus trocken, bröcklig und gelblich-bräunlich gefärbt ist. In diesen Fällen ist in der Regel auch der Anulus fibrosus verändert. Seine Lamellen verlaufen unregelmäßig, sind verdickt und vielfach aufgefasert. Veränderungen dieser Art fand ich an meinen Präparaten an allen Abschnitten der Wirbelsäule. Gehäuftes Auftreten in bestimmten Regionen konnte ich nicht feststellen. Nach der Beschaffenheit des Nucleus pulposus kann man drei verschiedene Altersstufen unterscheiden:

1. jugendlicher Nucleus pulposus: Dackel von 1 - 1 1/2 Jahren,
   normale Rassen von 3/4 - 3 Jahren
2. reifer Nucleus pulposus: Dackel von 2 - 2 1/2 Jahren,
   normale Rassen von 4 - 6 Jahren
3. regressiver Nucleus pulposus: Dackel über 2 1/2 Jahre,
   normale Rassen über 6 Jahre.

C. Beschreibung der mikroskopischen Befunde.

Auf Transversalschnitten läßt sich an keiner Zwischenwirbelscheibe eine Lamelle rings um den Nucleus pulposus verfolgen. Sie teilen sich alle irgendwo in ihrem Verlauf und verschmelzen mit den Nachbarlamellen, oder sie hören unter spitzwinkliger Begrenzung auf. Es bildet also keine Lamelle innerhalb des Anulus fibrosus einen geschlossenen Zylinder um den Nucleus pulposus. Nur der Anulus fibrosus in seiner Gesamtheit umgibt den Nucleus pulposus annähernd zylindrisch. Die Anordnung der Lamellen um den Nucleus pulposus ist sehr verschieden. An den Zwischenwirbelscheiben der Brustwirbelsäule enden lateral diejenigen ventralen Lamellen frei, die sich an das Rippenköpfchen anhefteten. An der Halswirbelsäule sind die Lamellen ausschließlich konkav um den Nucleus angeordnet, passen sich also überall den Wölbungen des Nucleus an. An der Brust- und Lendenwirbelsäule verhalten

sie sich aber nur in den dorsalen und lateralen Teilen der Zwischenwirbelscheibe so. In den ventralen Teilen der Zwischenwirbelscheibe besitzen nur die äußeren Lamellenlagen eine nach außen gerichtete Krümmung, die mittleren Lagen verlaufen gerade zur Achse der Wirbelsäule und die inneren Lamellen sind dann zum Nucleus hin, also nach zentral konvex. Der Nucleus wölbt letztere wieder nach peripher vor. So entsteht die von KÜNZEL beschriebene Doppelkrümmung. Die sehr feinen innersten Lamellen verlaufen dann wieder entsprechend der Krümmung des Nucleus, sind also peripher ausgewölbt. Im Übersichtsbild gewinnt man den Eindruck, als würde auf die Zwischenwirbelscheibe ventral und ventrolateral von außen her ein auf den Nucleus pulposus gerichteter Druck wirken. Die äußeren derben Lamellen widerstehen diesem gedachten Druck und behalten ihre nach peripher gerichtete Krümmung. Die etwas schwächeren mittleren Lamellen verlaufen etwa gerade. Die schwachen inneren Lamellen wölben sich nach zentral, müssen sich aber, sobald sie auf die peripher gerichtete Vorwölbung des Nucleus treffen, dieser Wölbung anpassen. Die dem sehr wasserhaltigen, nicht zu komprimierenden Nucleus direkt aufliegenden Lamellen laufen genau an der Wölbung des Nucleus entlang.

In der Feinstruktur setzt sich jede Lamelle aus kollagenen Faserbündeln zusammen, die meistens parallel zueinander verlaufen. Häufig überschneiden sich die Faserbündel auch, konvergieren oder divergieren also. Auf Transversalschnitten stoßen die Faserbündel an den Lamellengrenzen im spitzen Winkel aufeinander. Dieses Bild entsteht dadurch, daß die einzelnen Faserbündel schraubig von Wirbelkörper zu Wirbelkörper verlaufen und dabei ihrer Drehsinn von Lamelle zu Lamelle ändern. Die Faserbündel verankern sich im Wirbelkörper wie Sharpeysche Fasern. Sie senken sich in den Knochen ein, ohne dabei ihre Verlaufsrichtung wesentlich zu ändern. Überall verbinden Querfibrillen die Faserbündel miteinander. Zwischen den Faserbündeln befindet sich ein sehr schmaler Saum von basophiler Grundsubstanz, in der ab und zu sehr schmale, langgestreckte Kerne liegen. Auch innerhalb der Faserbündel befinden sich vereinzelt strichförmige Zellkerne. Zwischen den Lamellen befindet sich basophile Zwischensubstanz, durch die feine Fäser-

chen die Lamellen miteinander verbinden. Die vereinzelt zelligen Elemente in der Zwischensubstanz nehmen zum Nucleus pulposus hin mehr und mehr zu. Dicht am Nucleus sind die Lamellen nicht mehr scharf begrenzt, und auch die Fasern verlaufen nicht mehr streng gebündelt. In diesem Gebiet findet man zwischen den Fasern Knorpelzellen und Knorpelgrundsubstanz. Die Knorpelzellen werden zum Nucleus pulposus hin immer zahlreicher und größer. Die Grenze zwischen Anulus fibrosus und Nucleus pulposus ist nicht scharf zu ziehen.

Die makroskopisch gequollenen, glasigen Zwischenwirbelscheiben der nonchondrodystrophen Hunde von 8 - 12 Jahren haben verdickte, zum Teil nur noch verschwommene Lamellen. An einigen Stellen haben sie ihre Faserstruktur gänzlich verloren und sind fast homogen gefärbt. Besonders in den ventralen Teilen finden sich zerrissene Lamellen und manchmal liegen Fragmente quer (Abb. 3 u. 4).

Das Randgebiet des Nucleus pulposus zum Anulus fibrosus hin besteht aus einem dichten, ungeordneten Flechtwerk von feinen Fasern, in dem viele einzelne Knorpelzellen ungeordnet eingestreut liegen. Zum Zentrum hin werden die Fasern immer spärlicher bis nur noch ein Netz aus einzelnen Fasersträngen vorhanden ist (Abb. 5 u. 6). Die Zahl der Knorpelzellen nimmt zum Zentrum des Nucleus pulposus hin aber gewaltig zu. Hier liegen sie auch zu größeren oder kleineren Ballen zusammengelagert zwischen den Maschen des Fibrillennetzes. Viele Knorpelzellen besitzen einen kräftig gefärbten, schmalen, halbmondförmigen Kern, stellen also Teilungsformen dar. Daneben findet man eine Vielzahl an bindegewebigen Zellformen sowie körnige Detritusbezirke. Auch ausgedehnte, völlig homogen gefärbte Bezirke ohne Zellen und Fasern sind vorhanden.

Vom Knochen der Wirbelkörper ist der Nucleus durch einen sehr schmalen Knorpelsaum getrennt (Abb. 7), der in Richtung auf den Anulus fibrosus immer schmaler wird und in Höhe der innersten Lamellen endet. An der Wirbelkörpergrenzfläche sind die Knorpelzellen ein- bis mehrreihig parallel zur Wirbelkörperendfläche abgeplattet, in der Tiefe des Knorpels, zum Nucleus pulposus hin, sind unregelmäßig gelagerte isogene Zellgruppen deutlich

ausgebildet, während am Übergang zum Nucleus pulposus selbst richtungslos verstreut liegende, einzelne mehr oder weniger ellipsoide Knorpelzellen gelegen sind. Vom Nucleus her ziehen keine Fasern durch die Knorpelschicht, nur die innersten feinen Lamellen des Anulus ziehen durch sie hindurch. Feine Löcher in der Art, wie sie SCHMORL beim Menschen fand, konnte ich beim Hunde nicht feststellen.

In keiner der von mir untersuchten Zwischenwirbelscheiben konnte ich Spaltbildungen finden, wie sie vielfach beim Menschen und von WENGER einmalig beim Pferde im Nucleus eines cervicalen Discus gesehen wurden.

D. Die Zwischenwirbelscheiben im Röntgenbild.

Da die Zwischenwirbelscheiben bikonkave Form haben, projezieren die von lateral her durchtretenden Röntgenstrahlen ihre geringste cranio-caudale Ausdehnung auf die Röntgenplatte. Somit stellt jeder Spalt zwischen den Wirbelkörpern die schmalste Stelle einer Zwischenwirbelscheibe dar.

Die Verhältnisse beim Menschen wurden von JUNGHANNS (1931) beschrieben. Danach entsteht durch die Zwischenwirbelscheiben auf seitlichen Röntgenaufnahmen eine wenig hohe, rechteckige Fläche. Die Zwischenwirbelscheiben sind nur im Lendenteil der Wirbelsäule etwas keilförmig, mit dorsal gerichteter Spitze. Die Ausbuchtungen des Gallertkernes sind die nicht eben geschlossenen Durchtrittsstellen des früheren Chordakanales.

Die Facies terminales der Wirbelkörper sind beim Menschen durch scharfe Konturen begrenzt. Diese Konturen werden durch die Wirbelkörperrandleisten gebildet, die aus kompaktem Knochen bestehen.

Dem Hunde fehlen Wirbelkörperrandleisten. Deshalb sind die Begrenzungen der Zwischenwirbelscheiben auf Röntgenaufnahmen bei weitem nicht so scharf wie beim Menschen. Es heben sich aber die festen Endflächen der Wirbelkörper gut gegen den spongiösen Wirbelkörperknochen ab. Dadurch sind auch beim Hunde in der Regel Messungen der Zwischenwirbelscheiben an Röntgenaufnahmen möglich. Nur vereinzelt fand ich die Grenzen so verschwommen, daß eine genaue Messung nicht möglich war. Die Lage des Nucleus pulposus ist an den Röntgenaufnahmen gut festzustellen. Wo er sich

nach cranial und caudal vorbuchtet, markieren sich deutliche flache Dellen an den Wirbelkörpern. Peripher sind die Zwischenwirbelscheiben sehr breit und erreichen ihre größte cranio-caudale Ausdehnung. Sie sind dorsal und ventral etwa gleich stark, eine Keilform ist also nicht festzustellen. Sie werden dann nach zentral zunächst schmäler und erreichen ihre geringste Breite, um dann, durch den Nucleus pulposus bedingt, wieder breiter zu werden. Durch die Querfortsätze der Wirbelkörper entstehen in der Hals- und Lendenregion im Bereiche der Zwischenwirbelscheiben nur ganz schwache Schatten (Abb. 8 u. 9). In der Brustregion aber überlagern die Rippenköpfchen oder die Rippen selbst die Zwischenwirbelscheiben (Abb. 10). Dadurch ist im cranialen Brustbereich die einwandfreie röntgenologische Beurteilung der Zwischenwirbelscheiben im Hinblick auf Kalkeinlagerungen oftmals nicht möglich.

Um zu einem Überblick über die Stärke der Zwischenwirbelscheiben und ihrem Verhältnis zur Länge der Wirbelkörper zu gelangen, wurden an den Röntgenaufnahmen die Zwischenwirbelspalten ventral an den schmalsten Stellen des Anulus fibrosus gemessen. Hier wurden auch die Maße der Wirbelkörper abgenommen. Diese Stellen wurden für die Messungen gewählt, weil nur hier eindeutige Begrenzungspunkte der Zwischenwirbelscheiben gegeben sind und somit eine gleichartige Behandlung aller Zwischenwirbelscheiben gewährleistet ist.

Die Tabelle IV enthält die Durchschnittsmaße von den Zwischenwirbelscheiben und den Wirbelkörperlängen, getrennt in chondrodystrophe und nonchondrodystrophe Rassen. Die Zahlen sind arithmetische Mittel aus den Einzelmessungen. Aus der Tabelle IV kann man ersehen, daß Unterschiede zwischen den Rassengruppen bestehen. Bei den normalen Rassen ist L 7 im Durchschnitt der stärkste Discus. Bei 2 Tieren von 35 war C 6 stärker als L 7 und ebenfalls bei zweien waren C 6 und L 7 gleich stark. Mit 5,3 mm fand ich an L 7 den stärksten Discus überhaupt. In der Regel befindet sich die schwächste Zwischenwirbelscheibe bei Th 4. In 7 von 35 Fällen war jedoch Th 9 schwächer als Th 4. Im Brustbereich unterliegt die Stärke der Zwischenwirbelscheiben erheblichen Schwankungen. Abweichungen kommen besonders in Form von Verschmälerungen vor. Mit 0,7 mm fand ich an Th 10

den absolut schwächsten Discus. Im allgemeinen ist ein Anstieg der Maße von C 2 bis C 6 festzustellen. Dann folgt ein Abfall der Maße bis Th 4 und im Anschluß daran, nach geringem Anstieg im großen und ganzen Gleichbleiben der Maße bis Th 10. Von Th 11 bis L 6 steigen die Breiten wieder an. L 7 nimmt als stärkster Discus an der ganzen Wirbelsäule eine Sonderstellung ein. Die Längen der Wirbelkörper sind bei normalen Rassen wesentlich konstanter als die Breiten der Zwischenwirbelspalten. Jene nehmen von C 3 bis Th 9 ab. Dann folgt ein allmählicher Anstieg bis L 5 und dann wieder ein Abfall bis L 7.

Beim Dackel liegen etwas andere Verhältnisse vor. Bei ihm ist C 6 im Durchschnitt der stärkste Discus an der ganzen Wirbelsäule. Nur bei 4 von 17 untersuchten Tieren war L 7 stärker als C 6. Das Höchstmaß fand ich an C 5 mit 4,4 mm. Die im Durchschnitt schwächste Zwischenwirbelscheibe ist Th 4. Auch beim Dackel sind Abweichungen häufig, besonders in Richtung einer Verschmälerung. Mit 0,8 mm fand ich an Th 6 den schwächsten Discus. Im allgemeinen steigen die Maße beim Dackel von C 2 bis C 6 an, fallen dann von C 7 bis Th 4 ab, bleiben nach geringem Anstieg von Th 5 bis Th 10 etwa konstant und steigen dann von Th 11 bis L 6 wieder an. L 7 nimmt auch beim Dackel als besonders starker Discus eine Sonderstellung ein, erreicht aber nicht die durchschnittliche Stärke von C 6. Bei den Wirbelkörperlängen der Dackel ist ein Abfall von C 3 bis Th 8 festzustellen. Es erfolgt dann ein Anstieg von Th 9 bis L 5 und darauf ein Abfall der Längen bis L 7.

Vergleicht man die cranio-caudale Ausdehnung der Zwischenwirbelscheiben vom Dackel mit der normaler Rassen etwa gleicher Scheitel-Steißbeinlänge so erkennt man, daß die Zwischenwirbelscheiben der Dackel verhältnismäßig stärker sind. Dagegen sind die Wirbelkörper der Dackel etwas kürzer als die normaler Rassen. Diese Verhältnisse verdeutlicht die Tabelle V. Danach ist das durchschnittliche Verhältnis der Zwischenwirbelscheiben zu den Wirbelkörpern bei normalen Rassen an der Halswirbelsäule 1 : 7, bei Dackeln nur 1 : 6; von Th 1 bis L 6 bei normalen Rassen 1 : 9, beim Dackel nur 1 : 8. Im Vergleich zu nonchondrodystrophen Rassen ist also beim Dackel der Wirbelkörper im Verhältnis kürzer, das heißt, er hat relativ dickere Zwischenwirbelscheiben. An L 7 aber ist es erstaunlicherweise umgekehrt. Bei normalen Rassen nämlich beträgt das Verhältnis 1 : 4,9 und beim Dackel 1 : 5,4.

Auf Grund der Beschaffenheit des Nucleus pulposus unterscheiden sich drei Altersstufen (S. 18). Es soll nun geprüft werden, wie sich die Stärken der Disci von Altersstufe zu Altersstufe verhalten. Die Durchschnittsmaße der Disci sind, nach Rasse und Alter geordnet, in der Tabelle VI zusammengestellt. Vergleicht man die Maße miteinander, so stellt man fest, daß bei Dackeln an der Halswirbelsäule mit steigendem Alter eine Zunahme der Dicke der Disci gegeben ist. Diese Tendenz ist an der Brust- und Lendenwirbelsäule nicht so einheitlich. Von der ersten zur zweiten Altersstufe werden die Disci im allgemeinen dünner, von der zweiten zur dritten, sowie von der ersten zur dritten Altersstufe werden sie dicker. Von Th 10 bis L 6 dagegen werden von der ersten zur dritten Altersstufe i. d. R. schmäler. An L 7 ist, wie an der Halswirbelsäule, im allgemeinen eine Dickenzunahme mit steigendem Alter gegeben.

Bei normalen Rassen ist an der Halswirbelsäule eine einheitliche Zunahme der Dicke der Disci mit steigendem Alter vorhanden. An der Brust- und Lendenwirbelsäule findet man von der ersten zur zweiten Altersstufe etwa im gleichen Verhältnis schmälere wie breitere Disci. Von der zweiten zur dritten Altersstufe, sowie von der ersten zur dritten Altersstufe sind jedoch in der Mehrzahl dickere Disci festzustellen. Der Discus L 7 ist, wie die Disci der Halswirbelsäule, mit steigendem Alter einer Dickenzunahme unterworfen.

Nach meinem biologisch verhältnismäßig geringem Material ist also bei beiden Rassengruppen an der Halswirbelsäule und an L 7 mit steigendem Alter eine Dickenzunahme der Disci festzustellen. An der Brustwirbelsäule und an der Lendenwirbelsäule bis L 6 ist im großen und ganzen von der ersten zur zweiten Altersstufe ein Abfall der Maße vorhanden. Von der zweiten zur dritten Altersstufe ergibt sich dann wieder ein Anstieg der Maße, wobei die Maße der dritten Altersstufe über denen der ersten liegen.

Tabelle IV

Durchschnittsmaße in Millimetern

| Segment | | Nonchondrodystrophe Rassen: Wirbelkörper | Nonchondrodystrophe Rassen: Zwischenwirbelscheibe | chondrodystrophe Rasse: Wirbelkörper | chondrodystrophe Rasse: Zwischenwirbelscheibe |
|---|---|---|---|---|---|
| C | 2 | | 2,2 | | 2,5 |
| | 3 | 22,0 | 2,4 | 18,5 | 2,8 |
| | 4 | 20,6 | 2,6 | 18,4 | 2,9 |
| | 5 | 19,6 | 2,7 | 17,2 | 3,0 |
| | 6 | 17,1 | 2,7 | 16,5 | 3,3 |
| | 7 | 16,2 | 2,6 | 15,4 | 2,6 |
| Th | 1 | 14,9 | 1,7 | 14,3 | 1,7 |
| | 2 | 14,1 | 1,5 | 13,7 | 1,6 |
| | 3 | 13,7 | 1,4 | 13,6 | 1,6 |
| | 4 | 13,8 | 1,3 | 13,5 | 1,5 |
| | 5 | 14,1 | 1,5 | 13,5 | 1,6 |
| | 6 | 13,9 | 1,5 | 13,6 | 1,6 |
| | 7 | 14,2 | 1,5 | 13,7 | 1,7 |
| | 8 | 14,2 | 1,4 | 13,9 | 1,7 |
| | 9 | 14,7 | 1,3 | 14,2 | 1,7 |
| | 10 | 15,3 | 1,5 | 14,6 | 1,7 |
| | 11 | 16,2 | 1,8 | 15,5 | 2,2 |
| | 12 | 16,6 | 2,1 | 16,0 | 2,4 |
| | 13 | 17,6 | 2,2 | 16,5 | 2,6 |
| L | 1 | 19,0 | 2,2 | 17,6 | 2,6 |
| | 2 | 20,1 | 2,3 | 18,4 | 2,7 |
| | 3 | 20,8 | 2,3 | 18,8 | 2,5 |
| | 4 | 21,6 | 2,2 | 19,5 | 2,2 |
| | 5 | 22,2 | 2,2 | 20,3 | 2,2 |
| | 6 | 21,3 | 2,6 | 19,4 | 2,6 |
| | 7 | 17,1 | 3,5 | 16,3 | 3,1 |

Tabelle V

Relation zwischen der Länge der Wirbelkörper und der Dicke der jeweils caudal von ihnen gelegenen Zwischenwirbelscheiben

| Nonchondrodystrophe Rassen | | | | chondrodystrophe Rasse | |
|---|---|---|---|---|---|
| Segment | | Wirbelkörper : | Zwischenwirbelscheibe | Wirbelkörper : | Zwischenwirbelscheibe |
| C | 3 | 9,2 | 1 | 6,5 | 1 |
| | 4 | 7,9 | 1 | 6,3 | 1 |
| | 5 | 7,3 | 1 | 5,7 | 1 |
| | 6 | 6,3 | 1 | 5,0 | 1 |
| | 7 | 6,2 | 1 | 5,9 | 1 |
| Th | 1 | 8,8 | 1 | 8,4 | 1 |
| | 2 | 9,4 | 1 | 8,6 | 1 |
| | 3 | 9,8 | 1 | 8,5 | 1 |
| | 4 | 10,6 | 1 | 9,0 | 1 |
| | 5 | 9,4 | 1 | 8,4 | 1 |
| | 6 | 9,3 | 1 | 8,5 | 1 |
| | 7 | 9,5 | 1 | 8,1 | 1 |
| | 8 | 10,1 | 1 | 8,2 | 1 |
| | 9 | 11,3 | 1 | 8,4 | 1 |
| | 10 | 10,2 | 1 | 8,6 | 1 |
| | 11 | 9,0 | 1 | 7,0 | 1 |
| | 12 | 7,9 | 1 | 6,6 | 1 |
| | 13 | 8,0 | 1 | 6,3 | 1 |
| L | 1 | 8,6 | 1 | 6,8 | 1 |
| | 2 | 8,7 | 1 | 6,8 | 1 |
| | 3 | 9,0 | 1 | 7,5 | 1 |
| | 4 | 9,4 | 1 | 8,9 | 1 |
| | 5 | 10,0 | 1 | 9,2 | 1 |
| | 6 | 8,2 | 1 | 7,5 | 1 |
| | 7 | 4,9 | 1 | 5,4 | 1 |

Tabelle VI

Durchschnittsmaße an Röntgenaufnahmen in Millimetern in den verschiedenen Altersstufen.

| | | chondrodystrophe Rasse | | | nonchondrodystrophe Rassen | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Segment | | 1 bis 1 1/2 Jahre | 2 bis 2 1/2 Jahre | 4 bis 10 Jahre | 3/4 bis 3 Jahre | 4 bis 6 Jahre | 7 bis 12 Jahre |
| C | 2 | 2,0 | 2,5 | 2,6 | 2,0 | 2,3 | 2,4 |
| | 3 | 2,5 | 2,7 | 2,8 | 2,2 | 2,4 | 2,4 |
| | 4 | 2,5 | 2,6 | 3,0 | 2,3 | 2,6 | 2,8 |
| | 5 | 3,6 | 2,7 | 3,0 | 2,2 | 2,7 | 3,0 |
| | 6 | ? | 3,0 | 3,2 | 2,5 | 2,5 | 2,9 |
| | 7 | 2,0 | 2,5 | 2,7 | 2,3 | 2,8 | 2,7 |
| Th | 1 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,7 | 2,2 | 1,8 |
| | 2 | 1,3 | 1,5 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,7 |
| | 3 | 1,4 | 1,4 | 1,6 | 1,4 | 1,4 | 1,5 |
| | 4 | 1,5 | 1,3 | 1,6 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |
| | 5 | 1,5 | 1,4 | 1,7 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| | 6 | 1,6 | 1,5 | 1,7 | 1,3 | 1,5 | 1,4 |
| | 7 | 1,4 | 1,7 | 1,8 | 1,5 | 1,3 | 1,5 |
| | 8 | 1,5 | 1,3 | 1,8 | 1,4 | 1,2 | 1,4 |
| | 9 | 1,5 | 1,9 | 1,7 | 1,4 | 1,3 | 1,4 |
| | 10 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| | 11 | 2,3 | 2,0 | 2,2 | 1,8 | 2,0 | 1,8 |
| | 12 | 2,5 | 2,3 | 2,3 | 2,0 | 2,1 | 2,2 |
| | 13 | 2,5 | 2,7 | 2,5 | 2,2 | 2,2 | 2,2 |
| L | 1 | 2,8 | 2,8 | 2,5 | 2,3 | 2,2 | 2,2 |
| | 2 | 2,6 | 2,5 | 2,7 | 2,3 | 2,4 | 2,3 |
| | 3 | 2,5 | 2,5 | 2,4 | 2,3 | 2,2 | 2,4 |
| | 4 | 2,3 | 2,2 | 2,1 | 2,2 | 2,2 | 2,2 |
| | 5 | 2,3 | 1,8 | 2,2 | 2,1 | 2,1 | 2,3 |
| | 6 | 2,9 | 2,5 | 2,6 | 2,6 | 2,5 | 2,7 |
| | 7 | 2,6 | 3,6 | 3,1 | 3,4 | 3,3 | 4,0 |

## 4. Diskussion

Zur Auswertung der Röntgenaufnahmen sei kritisch bemerkt, daß die Maße der Disci an Röntgenaufnahmen keine absoluten Maße sein können. Bei einem Fokus-Film-Abstand von 100 cm lag bei der von mir angewandten Technik die abzubildende Wirbelsäule etwa 15 - 20 cm vom Röntgenfilm entfernt. Bei diesem erheblichen Abstand des Röhrenfokus vom Objekt handelt es sich nach HAENISCH (1951) um Fernaufnahmen, bei denen die perspektivische Verzeichnung nur gering ist. Es ist aber bei der kegelförmigen Ausbreitung der Röntgenstrahlen trotzdem zu erwarten, daß die seitlichen Partien auf den Röntgenfilmen verzerrte Bilder von den Zwischenwirbelspalten vermitteln. Hinzu kommt, daß die Facies terminales der Wirbelkörper keine planen Flächen sind, und deshalb auch keine originalgetreue Wiedergabe der Maße der Zwischenwirbelspalten gestatten. Schließlich sei noch erwähnt, daß sich die Wirbelsäule des toten Tieres bereits durch die Lagerung verkanten kann. Auch aus diesem Grunde können sich, wenn auch nur geringgradige Fehler ergeben, die nicht erfaßbar sind. So waren Absolutmaße bei meinen Untersuchungen von vornherein nicht angestrebt, sondern es sollten Unterlagen für die klinische Röntgenuntersuchung geschaffen werden, die bei gleichen technischen Voraussetzungen eine Beurteilung ermöglichen. Absolutmaße können nur von Längsschnitten durch die Wirbelsäule abgenommen werden. In diesem Falle müßte aber auf eine histologische Untersuchung der Zwischenwirbelscheiben verzichtet werden. Die von KÜNZEL veröffentlichten Maße stellen Absolutmaße dar, die an Längsschnitten durch die Wirbelsäule ermittelt wurden. Deshalb können sie nicht mit Röntgenmaßen verglichen werden. Es handelt sich aber jeweils um Durchschnittswerte, deren Aussagewert von der Größe des zugrunde liegenden Materials abhängt. Die von KÜNZEL an kleinem Material gefundenen erheblichen Abweichungen waren einer der Gründe zur vorliegenden Untersuchung. Die 17 Tiere chondrodystropher und die 35 Tiere nonchondrodystropher Rassen lassen nun hinsichtlich des Verhaltens der Dicke der Zwischenwirbelscheiben folgende genauere Aussage zu. Welcher Discus im Durchschnitt der stärkste ist, hängt nach

meinen Messungen nicht vom Alter der Tiere, wohl aber von der Rasse ab. Beim Dackel ist es der Discus von C 6 und bei normalen Rassen der von L 7. Es kann aber auch im Einzelfall umgekehrt sein. Ebenso können sich die Stärken der Disci von C 6 und L 7 gleichen (vergl. hierzu KING und SMITH 1955 und KÜNZEL). Die Ansichten von POMMER und ELLENBERGER und BAUM (1891), daß die dicksten Zwischenwirbelscheiben an der Schwanzwirbelsäule zu finden sind fand ich in keinem einzigen Falle bestätigt. Die schwächsten Zwischenwirbelscheiben fanden KING und SMITH (1955) von C 7 bis Th 9, KÜNZEL an Th 8, Th 9 und Th 10. An Röntgenaufnahmen fand ich dagegen die im Durchschnitt schwächsten Disci an der Hals-Rumpf-Wirbelsäule bei Th 4. Es gleichen sich zwar die Durchschnittsmaße von Th 4 und Th 9 bei nonchondrodystrophen Rassen, aber in 21 Fällen war Th 4 schwächer als Th 9, in 7 Fällen war Th 4 ebenso stark wie Th 9, und in 7 Fällen war Th 9 schwächer als Th 4. Dadurch ist schon angedeutet, daß die Dicke der Disci von Tier zu Tier schwankt. Von KÜNZEL wurde auf die relativ starken Abweichungen hingewiesen, die in seinem Material besonders als Verdickungen gegeben waren. Mein Vergleich der Einzelmaße mit den Durchschnittsmaßen, wobei Differenzen von mehr als 3/10 mm als Abweichung gewertet wurden, ergaben wiederum deutliche Unterschiede zwischen diesen beiden Rassengruppen, wie die Tabelle VII zeigt:

Tabelle VII

| | | Hals | Brust | Lende |
|---|---|---|---|---|
| Nonchondrodystrophe Rassen | Dickenabnahme | 7 | 23 | 8 |
| | Dickenzunahme | 13 | 5 | 8 |
| chondrodystrophe Rassen | Dickenabnahme | 5 | 16 | 7 |
| | Dickenzunahme | 5 | 8 | 0 |

In der Halswirbelsäule chondrodystropher Rassen hielten sich also Dickenzunahmen und Dickenabnahmen die Waage. An der Brustwirbelsäule aber überwiegen die Dickenabnahmen bei beiden Rassengruppen. In der Lendenwirbelsäule fand ich bei den Dackeln nur Dickenabnahmen, bei den übrigen Rassen Abnahme und Zunahme gleich häufig.

Berücksichtigt man bei den Abweichungen die Altersstufen, so ergibt sich folgendes Bild. Bei den Dackeln entfallen auf 3 Tiere der ersten Altersstufe 4 Dickenabnahmen und 3 Dickenzunahmen, auf 2 Tiere der zweiten Altersstufe 4 Dickenabnahmen und auf 12 Tiere der dritten Altersstufe 20 Dickenabnahmen und 11 Dickenzunahmen. Bei nonchondrodystrophen Rassen entfallen auf 4 Tiere der ersten Altersstufe 7 Dickenabnahmen und 10 Dickenzunahmen, auf 16 Tiere der zweiten Altersstufe 9 Dickenabnahmen und 8 Dikkenzunahmen und auf 15 Tiere der dritten Altersstufe 7 Dickenabnahmen und 6 Dickenzunahmen.

Allgemein ist festzustellen, daß das Alter der Tiere keinen Einfluß auf die Normabweichung nach oben oder unten hat, sondern es sind Dickenabnahmen und Dickenzunahmen ziemlich gleichmäßig verteilt. Bezüglich der Häufigkeit der Normabweichungen in Abhängigkeit vom Alter ist allgemein zu sagen, daß bei Dackeln mit dem Alter die Zahl der Abweichungen steigt, während bei nonchondrodystrophen Rassen mit dem Alter die Zahl der Abweichungen sinkt.

Die verhältnismäßig große Variationsbreite der Dicke der Zwischenwirbelscheiben ist normal, und es kann von einer Dickenabnahme allein, wenn sie nicht ganz erheblich ist, nicht auf einen Vorfall von Bandscheibengewebe geschlossen werden.

In der Literatur ist keine klare Grenze zwischen Altersveränderungen und Erkrankungen der Zwischenwirbelscheiben gezogen. Meine Untersuchung zeigt jedoch, daß die meist als pathologisch angesehenen degenerativen Veränderungen altersbedingte Umbildungen sind. Ein pathologischer Zustand ist erst dann gegeben, wenn eine Verlagerung von Discusgewebe in die Umgebung vorhanden ist, oder wenn ein Discus durch ortsfremdes Gewebe teilweise oder vollständig ersetzt ist. Aus dem Vorhandensein von gelblichweißen, meist runden Herden von festerer Konsistenz als ihre Umgebung, zugleich an mehreren Nuclei pulposi, wird beim Hunde auf eine "multiple Systemerkrankung" geschlossen (JOEST, WIEDEMANN, TILLMANNS, OLSSON und HANSEN und MÜLLER 1955). Die Autoren fanden diese Herde bei der Sektion von Tieren, die wegen Bandscheibenvorfalls untersucht wur-

den. Bei meinen Untersuchungen an anatomisch normalen Wirbelsäulen fand ich diese Herde so häufig, daß sie nicht als pathologische Veränderungen bezeichnet werden können, sondern als Altersveränderungen gewertet werden müssen. Übereinstimmend mit HANSEN und KING und SMITH (1955) fand ich beim Dackel die Altersveränderungen am Nucleus pulposus in einem früheren Lebensalter als bei nonchondrodystrophen Hunderassen. Auch die von HANSEN beschriebenen Veränderungen am Anulus fibrosus in Form von Quellung, Homogenisierung und Fragmentation konnte ich finden. Die histologische Kontrolle hat gezeigt, daß trotz normalen Röntgenbildes, also in der Reihe nicht abweichende Dicke der Zwischenwirbelscheiben, eine hochgradige Veränderung am Anulus fibrosus allein oder auch am Nucleus pulposus ausgebildet sein kann (vgl. die Abb. 11 und 12 mit den Abb. 3 und 4). Vorfälle treten nicht nur bei Dackeln früher als bei normalen Rassen auf, sondern man findet sie auch weitaus häufiger (DEXLER, POMMER, HANSEN). Zweifellos spielen die Altersveränderungen bei Vorfällen oder Vorwölbungen von Discusgewebe eine Rolle.

Von KÜNZEL wurde auf den Zusammenhang zwischen Statik und Mechanik der Wirbelsäule und der Lokalisation von Discusvorfällen hingewiesen. Durch Vergleiche der Länge der Disci mit der Länge der Wirbelkörper fand ich, daß beim Dackel die Zwischenwirbelscheiben insgesamt länger sind, daß sie also an der Gesamtwirbelsäule einen relativ größeren Anteil besitzen als bei nonchondrodystrophen Hunderassen. Diese Befunde könnten bei funktionellen Untersuchungen an der Wirbelsäule des Hundes mit verwendet werden.

## 5. Zusammenfassung

An 17 Tieren chondrodystropher und 35 Tieren nonchondrodystropher Rassen wurden die Zwischenwirbelscheiben röntgenologisch, anatomisch und histologisch untersucht.

An den Röntgenaufnahmen wurden die Durchschnittsmaße der Zwischenwirbelscheiben unter Berücksichtigung des Alters festgestellt.

Mit steigendem Alter erhöht sich bei beiden Rassengruppen die Dicke der Zwischenwirbelscheiben an der Halswirbelsäule und an L 7. An der Brust-Lendenwirbelsäule ist zuerst ein Abfall der Maße der Disci gegeben, dann aber ein Anstieg. Die Disci bei alten Tieren beider Rassengruppen sind dicker als bei jungen Tieren. Der dickste Discus ist beim Dackel C 6, bei normalen Rassen L 7; der schwächste Discus bei beiden Rassengruppen Th 4. Bei der chondrodystrophen Gruppe steigt mit dem Alter die Zahl der Abweichungen von der Norm, während sie bei nonchondrodystrophen Rassen absinkt. Innerhalb der Gesamtzahl der Abweichungen sind Dickenzunahmen und Dickenabnahmen ungefähr im gleichen Verhältnis gegeben.

Ein Vergleich der Dicke der Zwischenwirbelscheiben mit der Länge der Wirbelkörper ergab, daß die chondrodystrophen Hunde relativ dickere Zwischenwirbelscheiben als die nonchondrodystrophen haben. Auch absolut sind die Durchschnittsmaße bei jenen höher als bei diesen. Nur L 7 ist beim Dackel dünner als bei normalen Rassen.

Die histologische Kontrolle hat ergeben, daß röntgenologisch unveränderte Zwischenwirbelscheiben hochgradige, altersbedingte Degenerationserscheinungen zeigen können.

## 6. Abbildungen

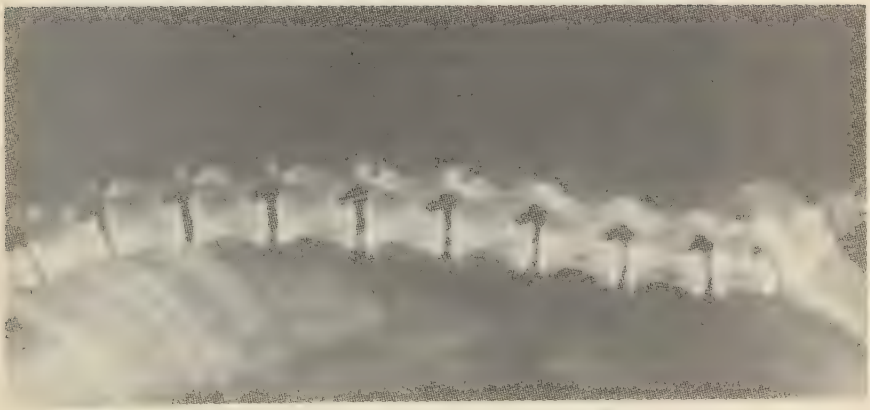

Abb. 1. Dackel, 10 Jahre. 8 Lendenwirbel.

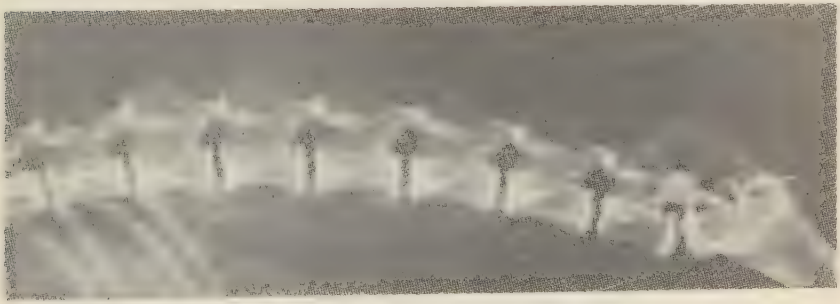

Abb. 2. Terrier, 6 Jahre. 6 Lendenwirbel.

Abb. 3. Dackel, 5 Jahre, Th 13. Transversalschnitt.
Lamellenfragment liegt quer zum üblichen Lamellenverlauf.
Celloidin, HE. Vergr. 4 x 10. Vgl. Abb. 10.

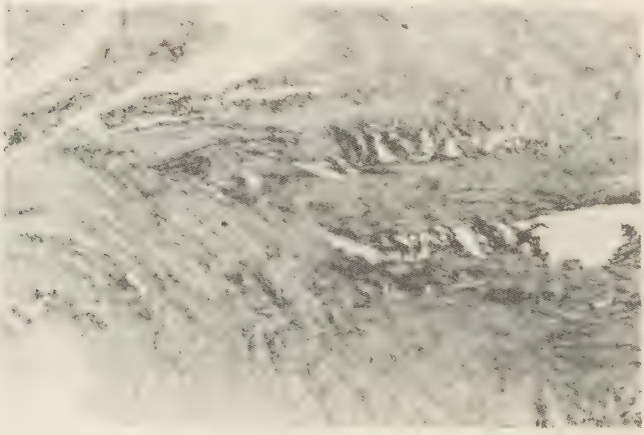

Abb. 4. Spitz, 12 Jahre, L 6. Horizontalschnitt.
Struktur des Anulus fibrosus weitgehend zerstört.
Celloidin, HE. Vergr. 4 x 10. Vgl. Abb. 9.

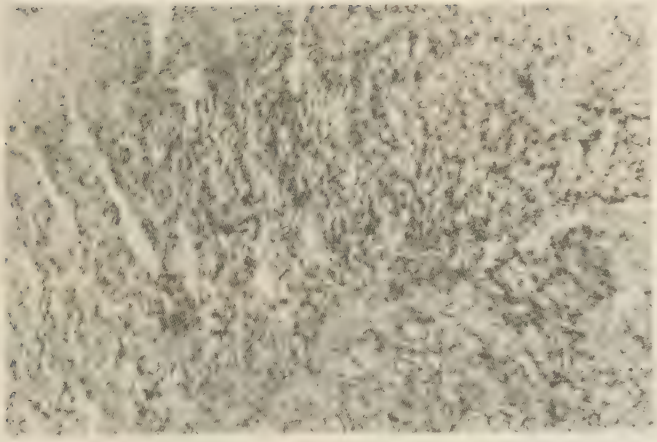

Abb. 5. Dackel, 5 Jahre, Th 13. Transversalschnitt.
Bildausschnitt aus dem Zentrum eines normalen Nucleus pulposus.
Celloidin, HE, Vergr. 4 x 10.

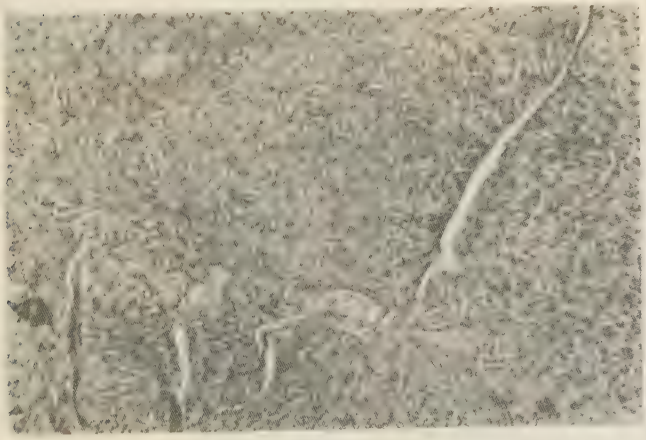

Abb. 6. Terrier-Bastard, 9 Jahre, L 3. Transversalschnitt.
Bildausschnitt aus dem Zentrum des normalen Nucleus pulposus.
Celloidin, HE. Vergr. 4 x 10.

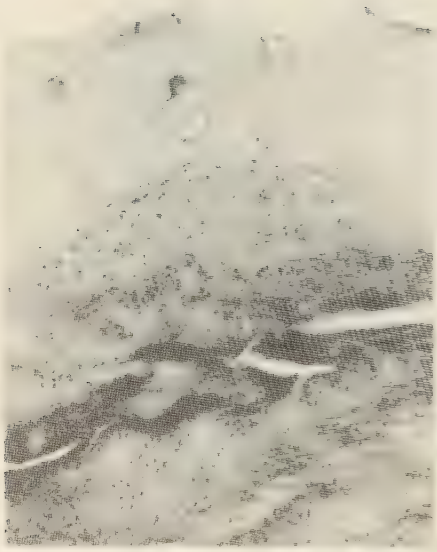

Abb. 7.
Terrier, 3 Jahre, Th 13.
dünne Knorpelschicht zwischen Nucleus pulposus (im Bilde unten) und dem Knochen des Wirbelkörpers (im Bilde oben) Aus der Mitte des Wirbelkörpers.
Celloidin, HE, Vergr. 10x10.

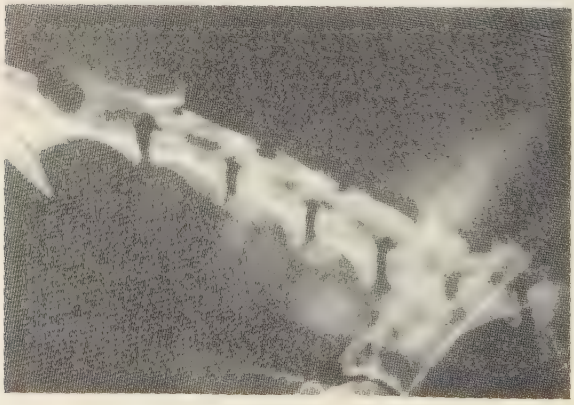

Abb. 8. Halswirbelsäule eines 6-jährigen Terriers.

Abb. 9.
Lendenwirbelsäule eines 5-jährigen Schnauzers.
Die Querfortsätze stören nur wenig die röntgenologische Beurteilung der Zwischenwirbelscheiben

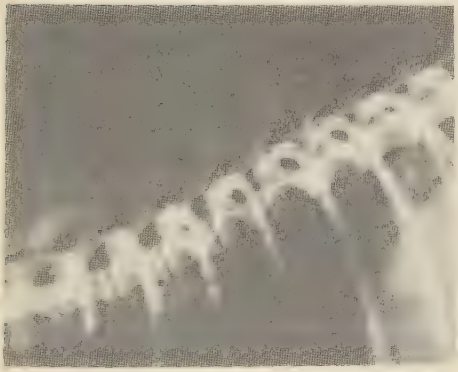

Abb. 10.
Brustwirbelsäulenabschnitt eines 2 1/2-jährigen Dackels.
Rippenköpfchen und Rippen überlagern die Zwischenwirbelscheiben, so daß Kalkeinlagerungen vorgetäuscht werden können.
Der abgebildete Wirbelsäulenabschnitt hat kalkfreie Zwischenwirbelscheiben.

Abb. 11. Röntgenbild zu Abb. 4.
Spitz, 12 Jahre.

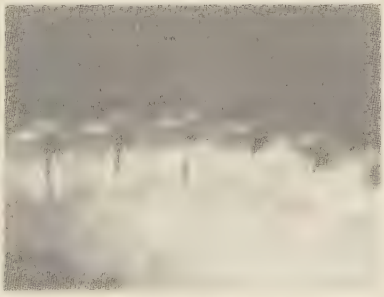

Abb. 12. Röntgenbild zu Abb. 3.
Dackel, 5 Jahre.

Trotz stärkster regressiver Veränderungen bei Abb. 11 L 6 und bei Abb. 12 Th 13 erscheinen die Zwischenwirbelscheiben in der Röntgenaufnahme unverändert, da ihre Breiten keine Abweichung von der Norm zeigen.

## 7. Literaturverzeichnis


1. BAUER, K. Fr.: Über ein neues Pyridin-Zelloidin-Einbettungsverfahren. Zschr. wiss. Mikrosk. 58, 44-45, 1941.
2. BAUM, H. und O. ZIETZSCHMANN: Handbuch der Anatomie des Hundes. 2. Aufl. Bd. 1: Skelett- und Muskelsystem. Verl. Parey, Berlin 1936.
3. BEADLE, O. A.: The intervertebral discs. Med. Res. Counc. Spec. Rep. Ser. 161, 1-79, 1931.
4. COVENTRY, M. B., R. K. GHORMLEY, u. KERNOHAN, J. W.: The intervertebral disc: its mikroskopic anatomy and pathology. J. Bone Surg. 27, 105 u. 233, 1945.
5. DEXLER, H.: Beiträge zur Pathologie und pathologischen Anatomie der Compressionsmyelitis des Hundes. Österr. Zschr. wiss. Vet. kde. 7, 1-124, 1896.
6. ELLENBERGER, W. und H. BAUM: Systematische und topographische Anatomie des Hundes. Verl. Parey, Berlin 1891.
7. ELLENBERGER, W. und H. BAUM: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 18. Aufl., Springer-Verl., Berlin 1943.
8. FANKHAUSER, R.: Über die sogenannte Dackellähmung. Schweiz. Arch. Tierhk. 90, 143-152, 1948.
9. FANKHAUSER, R.: Zur Nachhandlähmung beim Hunde. Schweiz. Arch. Tierhk. 90, 494-502, 1948.
10. HAENISCH, G. F. und H. HOLTHUSEN: Einführung in die Röntgenologie. 5. Aufl. Georg Thieme Verl. Stuttgart 1951.
11. HANSEN, H.-J.: A pathological-anatomical interpretation of disc degeneration in dogs. Acta orthop. scand. 20, 280-293, 1951.
12. JAKOB, H.: Die Paraplegie resp. Parese der Nachhand beim Dachshunde - eine Folge seiner ungünstigen Bauart. Münch. tierärztl. Wschr. 54, 305, 1910.
13. JOEST, E.: Spezielle pathologische Anatomie der Haustiere. Bd. 2. Verl. Schoetz, Berlin 1921.
14. JUNGHANNS, H.: Die Zwischenwirbelscheiben im Röntgenbild. Fortschr. Röntgenstr. 43, 275, 1931.

15. KING, A. S. and R. N. SMITH: A comparison of the intervertebral disc in dog and man. With reference to herniation of the nucleus pulposus. Brit. Vet. J. 111, 135-149, 1955.

16. KING, A. S. : The anatomy of disc protrusion in the dog. Vet. Rec. 68, 939-944, 1956.

17. KING, A. S. and SMITH, R. N. : Disc protrusion in the cat: age incidence of dorsal protrusions. Vet. Rec. 72, 381-382, 1960.

18. KROGDAHL, u. TORGERSEN: Acta radiol. 21, 1940
Zitat nach Lindemann, K. und H. Kuhlendahl (Nr. 21).

19. KÜNZEL, E. : Beitrag zur funktionellen Anatomie der Zwischenwirbelscheiben des Hundes mit Berücksichtigung der Discopathien. Berliner Münchener tierärztl. Wschr. 73, 101-106, 1960.

20. LANGE, K. : Die Entwicklung der Rippenknorpelgelenke beim Schwein. Berlin FU, Vet. med. Diss. 1959.

21. LINDEMANN, K. und H. KUHLENDAHI : Die Erkrankungen der Wirbelsäule. Verl. Enke, Stuttgart 1953.

22. MÜLLER, H. : Der Bandscheibenvorfall beim Hund. Tierärztl. Umschau 10, 435 - 440, 1955.

23. NICKEL, R. , A. SCHUMMER und E. SEIFERLE: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. 1: Bewegungsapparat. Verl. Parey, Berlin u. Hamburg 1954.

24. OLSSON, St.- E. u. H. J. HANSEN: Cervical disc protrusions in the dog. J. Amer. Vet. Med. Ass. 121, 361-370, 1952.

25. PIA, H. W. : Die osteochondrotischen Veränderungen der Wirbelsäule und die operative Behandlung ihrer Folgen. Chirug 26, 292-298, 1955.

26. POMMER, A. : Calcinosis und Ekchondrosis intervertebralis
in: Tierheilkunde und Tierzucht. Hrsg. V. Stang u. D. Wirth, Bd. 11, 134-140, 1937.

27. REUTER, M. : Über die Eigenform, die Bewegungsmöglichkeiten und einige Messungen an der Hundewirbelsäule. Zeitschr. Anat. Entw. 99, 117-145, 1933.

28. ROMEIS, B. : Mikroskopische Technik. 15. Aufl. Leibniz-Verl., München 1948.

29. ROOFE, P. G. : Innervation of anulus fibrosus and posterior longitudinal ligament. Arch. Neurol. Psychiatr. 44, 100-103, 1940.

30. SCHAFFER, J. : Lehrbuch der Histologie und Histogenese. 3. Aufl. Verl. Urban u. Schwarzenberg, Berlin u. Wien 1933.

31. SCHMORL, G. : Die pathologische Anatomie der Wirbelsäule. Verh. Deutsch. Orthop. Ges. 21, 3, 1926.

32. SMITH, R. N. and A. S. KING: Protrusion of the intervertebral disc in the dog. Vet. Rec. 66, 2-11, 1954.

33. TILLMANNS, St. : Beiträge zur Enchondrosis intervertebralis und den Wirbelkanaltumoren des Hundes. Gießen, Vet.-med. Diss. 1939.

34. TÖNDURY, G. : Zur Anatomie der Halswirbelsäule. Gibt es Uncovertebralgelenke ? Zeitschr. Anat. Entw. gesch. 112, 448-459, 1943.

35. TÖNDURY, G. : Zur Entwicklung funktioneller Strukturen im Bereiche der Zwischenwirbelscheiben. Schweiz. med. Wschr. 77, 643, 1947.

36. WEBER, G. : Zur Diagnose und Behandlung lumbaler Diskushernien. Praxis 37, 419-424, 1948.

37. WENGER, F. : Beitrag zur Anatomie, Statik und Mechanik der Wirbelsäule des Pferdes. Mit besonderer Berücksichtigung der Zwischenwirbelscheiben. Bern, Vet.-med. Diss. 1915.

38. WIEDEMANN, R. : Ein Beitrag zur Enchondrosis intervertebralis und der dadurch bedingten Compressionen des Rückenmarks des Hundes. Hannover, Vet.-med. Diss. 1923.

Herrn Prof. Dr. E. KÜNZEL, meinem hochverehrten Lehrer, danke ich für die Überlassung des Themas und die Unterstützung, welche er mir bei der Anfertigung dieser Arbeit gewährt hat. Mein Dank gilt weiterhin Herrn Prof. Dr. L. F. MÜLLER für die großzügige Erlaubnis zur Anfertigung aller Röntgenaufnahmen in der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere.

Ebenso bin ich der med.-techn. Assistentin Frau Gertrud BURCHARD für die Hilfe bei den histologischen Arbeiten und die Anfertigung der Fotos, sowie den übrigen Mitarbeitern des Institutes, die mir jederzeit bereitwilligst ihre Unterstützung zuteil werden ließen, zu Dank verpflichtet.

## Lebenslauf

Als Sohn des Sattlermeisters Erich Scholtysik und seiner Ehefrau Anni, geb. Zinnow, wurde ich, Günter Erich Scholtysik, am 6. 3. 1937 in Berlin-Lichterfelde geboren.

Von 1943 - 1951 besuchte ich die Volksschule in Güterfelde, von 1951 - 1952 die Oberschule in Kleinmachnow und danach bis zum Abitur im Juni 1955 die Goethe-Oberschule in Trebbin. Im Anschluß daran besuchte ich den einjährigen Sonderlehrgang für Ostabiturienten am Goethe-Gymnasium in Berlin-Wilmersdorf, wo ich im September 1956 die Ergänzungsprüfung zur Anerkennung meines Ost-Reifezeugnisses ablegte.

Zum WS 1956/57 wurde ich an der Vet.-med. Fakultät der Freien Universität Berlin immatrikuliert, studierte im SS 1959 an der Vet.-med. Fakultät der Universität Zürich und legte im Oktober 1961 das vet.-med. Staatsexamen an der Freien Universität Berlin ab. Seit November 1961 bin ich als wissenschaftlicher Hilfsassistent im veterinäranatomischen Institut der Freien Universität Berlin tätig.

Photodruck der Photo Copie GmbH.